

## تحلیل مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه خارشتر (*Alhagi maurorum*) در غرب دشت لوت (شرق شهداد)

مهران مقصودی، دانشیار، دانشگاه تهران، ایران  
سعید نگهبان<sup>1</sup>، استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شیراز، ایران  
سجاد باقری سیدشکری، دانشجوی دکتری جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران

### چکیده

وسعت زیادی از پهنه ایران را سطوح نسبتاً هموار و کم ارتفاعی تشکیل می‌دهد که به دلیل ارتفاع اندک و سایر عوامل اقلیمی، از شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک برخوردارند. فقر پوشش گیاهی و همواری نسبی، موجب غلبه فرآیندهای کندوکاو و تراکم بادی در این مناطق شده است. میزان فرسایش بادی و حجم نقل و انتقال مواد، وابسته به ویژگی‌های باد اعم از سرعت، جهت و فراوانی آن است. قدرت حمل مستقیم باد محدود به ذراتی می‌گردد که قطر آنها کمتر از 2 میلی‌متر باشد. این پژوهش سعی دارد که به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای گونه گیاهی خارشتر (*Alhagi maurorum*) در غرب دشت لوت (شرق شهداد) بپردازد. تحقیق از نوع توصیفی - تحلیلی مبتنی بر روش‌های میدانی و کتابخانه‌ای است. بدین صورت که پس از مشخص کردن محدوده مورد مطالعه، با استفاده از ترانسکت، پیکان‌های ماسه‌ای مورد نظر مشخص و سپس به بررسی مورفومتری، و گرانولومتری نمونه‌ها در آزمایشگاه پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که همبستگی بسیار تنگاتنگی بین طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع گیاه و تپه ماسه‌ای وجود دارد، به طوری که در سطح 99 درصد معناداری می‌باشند. همچنین نتایج حاصل از گرانولومتری ماسه‌ها نشان می‌دهند که در هر سه نمونه گرفته شده از قاعده، وسط و راس پیکان، رسوبات درشت دانه با اندازه‌های بیشتر از 250 میکرون وجود ندارد. در بین رسوبات با اندازه 250 میکرون ملاحظه می‌گردد که در قاعده پیکان نسبت به وسط و راس آن، رسوبات درشت دانه بیشتری وجود دارد.

**کلمات کلیدی:** پیکان ماسه‌ای، لوت، خارشتر، شهداد، مورفومتری

## مقدمه

پوشش گیاهی نقش مهمی در تعیین دینامیک و مرفولوژی تپه‌های ماسه‌ای در محیط‌های بیابانی از طریق تاثیر روی حمل و نقل و به دام انداختن ماسه‌هایی که توسط بادهای حمل می‌شوند دارند (میوزیک و گیلیت<sup>1</sup>، 1996؛ ویگس<sup>2</sup> و همکاران، 1995؛ تسوار و مولر<sup>3</sup>، 1986؛ ولف و نیکلینگ<sup>4</sup>، 1993). تعیین خاصیت تاثیرات پوشش گیاهی بر روی حمل و نقل رسوبات می‌تواند جهت شناسایی تاثیرات تغییر اقلیم و اختلالات انسان بر روی مناطق استفاده شود. همچنین به تثبیت شن و ماسه و بازسازی محیط زیست کمک شایانی کند. به علاوه پوشش گیاهی از طریق ایجاد پوشش سطحی، به دام انداختن ذرات و مهم‌تر از همه کاهش سرعت جریان هوا، باعث حفاظت از سطح زمین در برابر فرسایش می‌شود (کاراواس<sup>5</sup> و همکاران، 2005؛ کوریگان<sup>6</sup> و همکاران، 2008؛ هانی<sup>7</sup> و همکاران، 2008؛ ولف و نیکلینگ، 1993).

مسائل مربوط به چگونگی شکل‌گیری و تکامل عوارض ماسه‌ای در مناطق بیابانی توجه بسیاری از دانشمندان را به خود معطوف کرده است (باگنولد<sup>8</sup>، 1941؛ لی<sup>9</sup>، 1992؛ لینگ<sup>10</sup>، 1990؛ ژو<sup>11</sup>، 1980؛ مک کی<sup>12</sup>، 1979؛ لیو<sup>13</sup>، 1960). طیف گسترده‌ای از اشکال عوارض ماسه‌ای که در مناطق بیابانی یافت می‌شوند، توسط ژئومورفولوژیست‌ها در طبقات متعددی تقسیم‌بندی شده‌اند. نوع این اشکال در هر منطقه‌ای به مقدار شن و ماسه و جهت غالب باد در طول سال وابسته می‌باشد (باگنولد،

- 
- 1- Musick and Gillette
  - 2 - Wiggs
  - 3- Tsoar and Moller,
  - 4- Wolfe and Nickling
  - 5- Karavas
  - 6- Corrigan
  - 7 - Haney
  - 8 - Bagnold
  - 9 - Li
  - 10- Ling
  - 11- Zhu
  - 12 - Mckee
  - 13- Liu

تحلیل مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای حاصل از گونه خارشتر (*Alhagi maurorum*)..... 3

1941؛ لنکاستر<sup>1</sup>، 1995؛ بسلر<sup>2</sup>، 1992؛ پی و تسار<sup>3</sup>، 1990؛ دانگ<sup>4</sup> و همکاران، 2008؛  
2008؛ بروکفیلد و آلبراندرت<sup>5</sup>، 1983؛ نیکلینگ<sup>6</sup>، 1986؛ لیوینگستون<sup>7</sup> و همکاران،  
2007؛ کویک<sup>8</sup>، (1996)

یکی ساده‌ترین و ابتدائی‌ترین اشکال تراکم ماسه، پیکان ماسه‌ای است (شکل‌های 1 و 2).



شکل 1. نمونه ای از پیکان ماسه‌ای در منطقه. شکل 2. نمونه‌ای از پیکان ماسه‌ای در منطقه.

بیشترین حجم ماسه‌های بادی از طریق جهشی جابجا می‌شوند، چنان‌چه در مسیر سقوط این دانه‌ها مانعی وجود داشته باشد، به علت کاهش سرعت باد در اثر برخورد با مانع، دانه ماسه به زمین می‌افتد. این دانه‌ها در محلی که کمترین میزان فشار وجود دارد بر روی هم متمرکز می‌شوند. مناسب‌ترین نواحی در این زمینه که پتانسیل تشکیل پیکان‌های ماسه‌ای را دارند، بیابان‌های با پوشش گیاهی استپی هستند. هر اندازه تراکم

- 1- Lancaster
- 2 - Besler
- 3 - Pye and Tsoar
- 4 - Dong
- 5 - Brookfield and Ahlbrandt
- 6 - Nickling
- 7 - Livingstone
- 8- Kocurek

بوته‌ها بیشتر باشد ماسه‌های بیشتری به دام می‌افتند. تراکم ماسه همیشه در جبهه پشت به باد مانع صورت می‌گیرد، زیرا جبهه رو به باد، مستقیماً در برابر فشار هوا قرار دارد (محمودی، 1385).

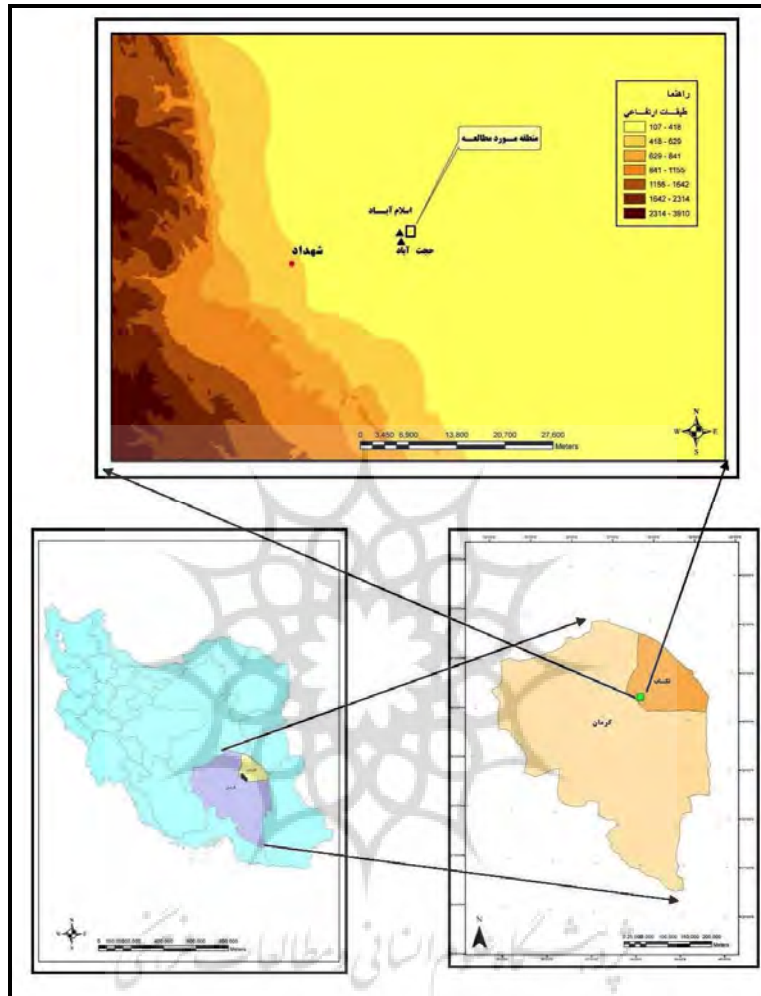
ماسه‌هائی که در ارتفاع کوتاه‌تر از ارتفاع بوته جابجا می‌شوند، به علت برخورد با بوته مستقیماً در جبهه رو به باد سقوط کرده و تحت تاثیر فشار باد به پشت مانع انتقال می‌یابند. اما دانه‌هائی که در پشت بوته به زمین می‌خورند چون در بادپناه قرار می‌گیرند در همان‌جا می‌مانند. در نتیجه پس از هر توفان متناسب با حجم بوته، مقداری ماسه در پشت آن جمع می‌شوند که پهنای آن متناسب با پهنای بوته می‌باشد و هر اندازه از بوته فاصله بگیرد از عرض آن کاسته می‌گردد و سرانجام به شکل یک پیکان ظاهر می‌شود. جهت پیکان‌ها، جهت بادهای غالب و توفان‌ها در هر محل را نشان می‌دهد (محمودی، 1385).

با توجه به واقع شدن  $2/3$  مساحت سرزمین ایران در مناطق خشک و نیمه خشک و فعال بودن سیستم شکل‌زایی بادی در این مناطق و با توجه به این که باد و لندفرم‌های حاصل از آن به صورت یک محدودیت جدی در توسعه جوامع انسانی این گونه مناطق مطرح می‌شوند، شناسایی، چگونگی شکل‌گیری و تحول این لندفرم‌ها امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. پیکان‌های ماسه‌ای به عنوان یکی از ساده‌ترین لندفرم‌های تراکمی باد در مناطق بیابانی می‌باشند که تحت تاثیر عوامل مختلفی شکل می‌گیرند، تحول پیدا می‌کنند و از بین می‌روند. شناسایی عوامل موثر در این رابطه می‌تواند در زمینه شناخت بیشتر از این لندفرم و کنترل ماسه‌های روان موثر و مفید واقع شود. این پژوهش، یک تحقیق بنیادی- کاربردی است که هدف از آن بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای و یافتن ارتباط منطقی بین ویژگی‌های مورفومتری پیکان‌ها با قطر ذرات ماسه و ویژگی‌های مورفومتری پوشش نباتی با هدف شناخت بهتر مکانیسم شکل‌گیری این لندفرم در غرب بیابان لوت می‌باشد.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در قسمت شرق استان کرمان و در غرب دشت لوت در طول جغرافیایی 57:52:15 تا 57:53:15 شرقی و عرض 32:27:00 تا 32:28:00 شمالی با ارتفاع متوسط 298 متر از سطح دریا واقع شده است. این منطقه در بخش تکاب شهرستان کرمان در 15 کیلومتری شرق شهر شهداد و در مجاورت روستاهای حجت آباد و اسلام آباد قرار دارد. در قسمت شرقی محدوده مطالعه، کلوتهای دشت لوت به صورت کلوته‌هایی کوچک شروع می‌شوند (شکل 3).

منطقه مورد مطالعه (دشت تکاب در شرق شهداد) در ناحیه گرم و خشک کشور ایران در مجاورت بیابان لوت که یکی از گرم‌ترین بیابان‌های دنیاست واقع شده است، متوسط بارش سالانه در ایستگاه شهداد 35 میلی‌متر است که بیشتر بارش‌ها در فصل زمستان می‌بارد و در حدود 8 الی 9 ماه از سال بدون بارش بوده و یا بارش بسیار محدودی دارد. حداکثر میانگین دمای ماهانه در شهداد حدود 40 درجه سانتی‌گراد است که در تیرماه می‌باشد، میانگین حداکثرهای دمای در منطقه حدود 46 درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل‌ها این منطقه 34 درجه سانتی‌گراد است. سردترین ماه منطقه دی ماه بوده که میانگین ماهانه آن 11 درجه سانتی‌گراد است.



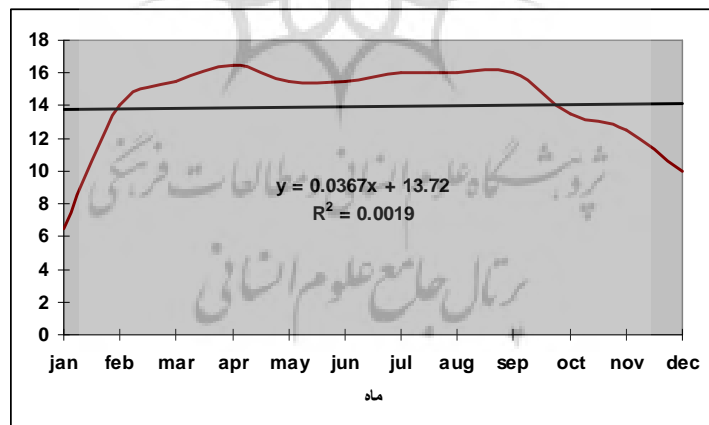
شکل 3. موقعیت منطقه مورد مطالعه.

از لحاظ ژئومورفولوژی، منطقه مورد مطالعه در پایکوه‌های حاشیه غربی دشت لوت واقع شده است. در این منطقه شکل و گسترش پایکوه‌ها در همه جا به یک شکل و یک اندازه نیست، گاهی پایکوه‌ها به صورت دشت آبرفتی و با اختلاف ارتفاع کم به طور مستقیم تا پای ارتفاعات کناری لوت کشیده شده‌اند، و در مناطقی دیگر نیز پایکوه

شامل ناهمواری‌های چین‌خورده کم‌ارتفاعی است که در حدفاصل دشت و کوه‌های حاشیه‌ای قرار دارند. منطقه‌ای که اطلاعات مربوط به پیکان‌های ماسه‌ای از آن برداشت گردیده است، در این پهنه جای گرفته است. مخروط افکنه‌های آبرفتی، عوارض فرآیند بادی مانند نبکاها، پیکان‌های ماسه‌ای، برهان‌ها، دشت‌سرها و همچنین پادگانه‌های آبرفتی از عوارض قابل توجه در این منطقه هستند. سازندهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه شامل لایه‌های کنگلومرانی، ماسه‌ای، سیلتی و لیمونی و گاهی رسی می‌باشد که امتداد آن به سمت چاله لوت، به رسوب‌های نرم لیمونی، تبخیری و تخریبی چین‌خورده منتهی می‌شود.

#### تحلیل فراوانی سرعت بادها

آمار بادها از ایستگاه سینوپتیک شهداد واقع در 15 کیلومتری محدوده مورد مطالعه تهیه گردیده است. مشاهده و تحلیل آمار بادها نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادها مربوط به بادهای شمالی و شمال غربی در منطقه است و سریع‌ترین بادها در ماه‌های آوریل تا سپتامبر می‌وزند (شکل 4 و جدول 1).



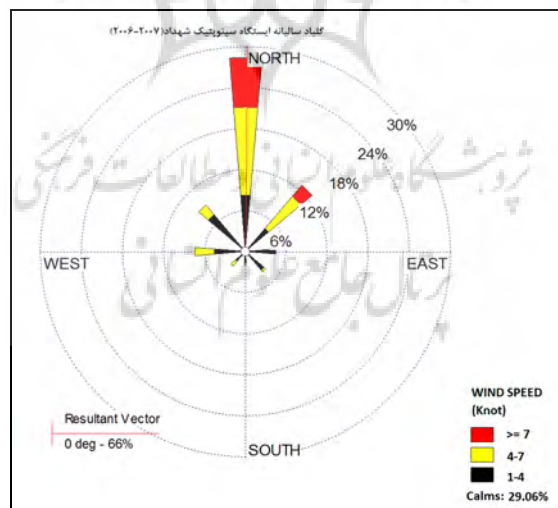
شکل 4. فراوانی سرعت بادهای منطقه مورد مطالعه در ماه‌های مختلف.

جدول 1. فراوانی سرعت بادها در ماه‌های مختلف سال با جهت‌های آنها

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
سرعت باد	16/5	15/5	15/5	16	16	16	13/5	12/5	10	6/5	14	15/
جهت باد	غرب	شمال غرب	شمال	شمال	شمال	شمال	شمال	شمال	شمال	جنوب غرب	شمال غرب	شمال

### گلباد منطقه مورد مطالعه

جهت ترسیم گلباد منطقه مورد مطالعه از آمار ایستگاه سینوپتیک شهداد واقع در 15 کیلومتری شرق منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. گلباد منطقه نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی بادها دارای جهت شمالی هستند و جهت‌های شمال شرق و شمال غرب در مقام‌های بعدی قرار دارند (شکل 5). با توجه به این موارد، حرکت و جابجایی ماسه‌های در منطقه مورد مطالعه به سمت جنوب و جنوب شرق است، زیرا ماسه‌های روان تحت تاثیر بادهای غالب منطقه حرکت کرده و موجب تغییرات در تپه‌های نیکا در طی ساله‌ای متمادی می‌شوند.

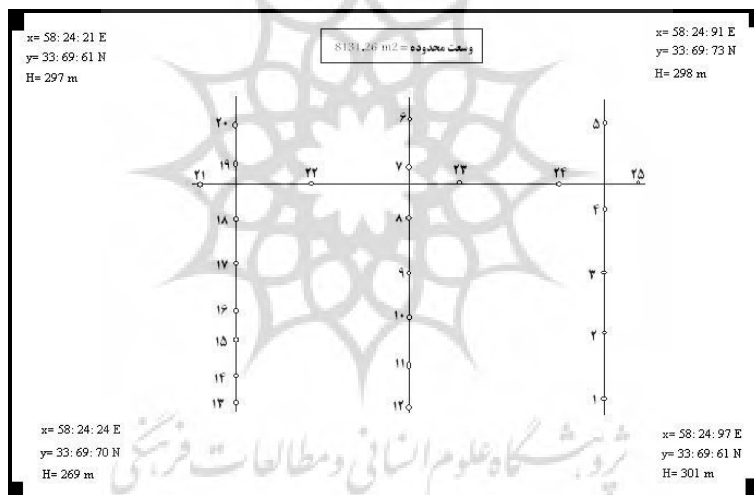


شکل 5. گلباد سالانه ایستگاه شهداد.



### داده‌ها و روش‌ها

پژوهش مورد نظر از لحاظ روش کار به چهار قسمت تقسیم می‌شود:  
 الف: مطالعات میدانی منطقه و مشخص کردن محدوده‌ای که در آن به بررسی پیکان‌های ماسه‌ای پرداخته شود. در پژوهش مورد نظر محدوده‌ای به وسعت حدود 8131/26 متر مربع انتخاب شده است.  
 ب: مشخص کردن ترانسکت‌هایی جهت سهولت مطالعه پیکان‌های ماسه‌ای. در این پژوهش، 4 ترانسکت در نظر گرفته شد که حدود 25 پیکان ماسه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است (شکل 6).



شکل 6. شکل شماتیک ترانسکت‌ها و محدوده بررسی پیکان‌های ماسه‌ای.

ج: بررسی و اندازه‌گیری مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای. در این پژوهش طول پیکان، عرض پیکان در راس، وسط و قاعده، نوع پوشش گیاهی، ارتفاع تپه ماسه‌ای و گیاه، جهت پیکان و شیب دو پهلو پیکان مورد بررسی قرار گرفته است.

د: نمونه‌برداری از قسمت‌های مختلف (راس، وسط و قاعده) پیکان و گرانولومتری آن‌ها در آزمایشگاه.

ه: با استفاده از نرم افزارهای spss17 و Gradstate 4 همبستگی بین اجزای مورفومتری و تحلیل داده‌های گرانولومتری انجام شده و در نهایت نمودارهای مربوطه ترسیم گردید.

### مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای

در بررسی مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه به بررسی پارامترهای مختلف مربوط به پیکان‌ها پرداخته شده است که همه این موارد در جدول 2 ارائه گردیده است.

### نتایج

یافته‌های مربوط به این پژوهش به دو بخش تقسیم می‌شود که یک بخش مربوط به شناسایی و معرفی گونه گیاهی مورد مطالعه بوده و بخش دیگر ویژگی‌های مورفومتری تپه‌های ماسه‌ای پیکان ماسه‌ای را مورد تحلیل و بررسی قرار می‌دهد.

جدول 2. مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای منطقه مورد مطالعه

پیکان ماسه‌ای	طول پیکان (متر)	ارتفاع تپه ماسه‌ای (H) (متر)	ارتفاع گیاه (متر)	عرض در محل گیاه (CM)	عرض در وسط پیکان (CM)	عرض در قاعده پیکان (CM)	شیب سمت غرب پیکان (درصد)	شیب سمت شرق پیکان (درصد)
SH-P1	2/85	19	29	55	45	26	66/2	59
SH-P2	4/2	34	46	130	119	87	72	59/8
SH-P3	2/3	14	24	56	50	32	45	34/2
SH-P4	2/5	26	30	80	60	48	65/4	54/3
SH-P5	2/07	20	30	50	40	22	78/8	71
SH-P6	1/4	13	17	46	34	20	68	54
SH-P7	1/83	10	14	44	40	28	57/7	51
SH-P8	2/2	14	18	48	45	27	71	45
SH-P9	3/9	34	46	120	79	40	69/7	66/5
SH-P10	1/2	14	17	60	40	19	69/5	59/1
SH-P11	1/92	26	36	78	55	31	67/1	67
SH-P12	1/65	23	38	78	43	22	71/4	64
SH-P13	0/47	5	8	15	11	6	63/7	57
SH-P14	0/83	7	13	34	26	14	50/7	61/1
SH-P15	1/2	11	16	60	35	20	42/8	34
SH-P16	1/34	20	27	57	38	20	57/1	61
SH-P17	1/15	11	19	60	41	21	57/1	49
SH-P18	1/15	11	17	57	37	21	68/3	43/3
SH-P19	1/07	11	14	47	37	29	66/8	46
SH-P20	0/75	11	15.5	50	43	21	55/7	35
SH-P21	0/55	7.5	11	30	24	11	69/4	73
SH-P22	1/7	11	20	50	40	30	44/8	61
SH-P23	2/8	20	26	70	50	38	61/3	69
SH-P24	2/52	31	35	99	67	37	73/9	72/4
SH-P25	1/8	17	25.5	65	47	26	60	39/7

### بررسی ارتباط بین اجزای مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای

در این قسمت به بررسی ارتباط و همبستگی بین طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و تاج گیاه پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که این سه پارامتر ارتباط بسیار تنگاتنگی با یکدیگر دارند، به طوری که رابطه در سطح 99 درصد معنادار است. بدین

صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، طول پیکان بیشتر شده و همچنین ارتفاع تپه ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کند (جدول 3).

جدول 3. همبستگی بین پارامترهای طول پیکان با ارتفاع گیاه و تپه ماسه‌ای

همبستگی پیرسون				
عوامل		ارتفاع تپه ماسه ای	طول پیکان	ارتفاع گیاه
ارتفاع تپه ماسه‌ای	همبستگی پیرسون	1	0/839**	0/962**
	معناداری		0/000	0/000
طول پیکان	همبستگی پیرسون	0/839**	1	0/835**
	معناداری	0/001		0/006
ارتفاع گیاه	همبستگی پیرسون	0/962**	0/835**	1
	معناداری	0/000	0/006	

\*\* (رابطه در سطح 99 درصد معنادار است)

پس از تحلیل همبستگی اجزای مورفومتری بالا، از پارامترهای دیگری جهت تحلیل بیشتر همبستگی اجزای مورفومتری استفاده گردید تا ارتباطات به روشنی نشان داده شود، به همین منظور از 3 پارامتر بالا به اضافه عرض پیکان ماسه‌ای در محل گیاه، وسط و انتهای پیکان استفاده گردید که در جدول 4 پارامترهای یاد شده با یکدیگر مقایسه شده است.

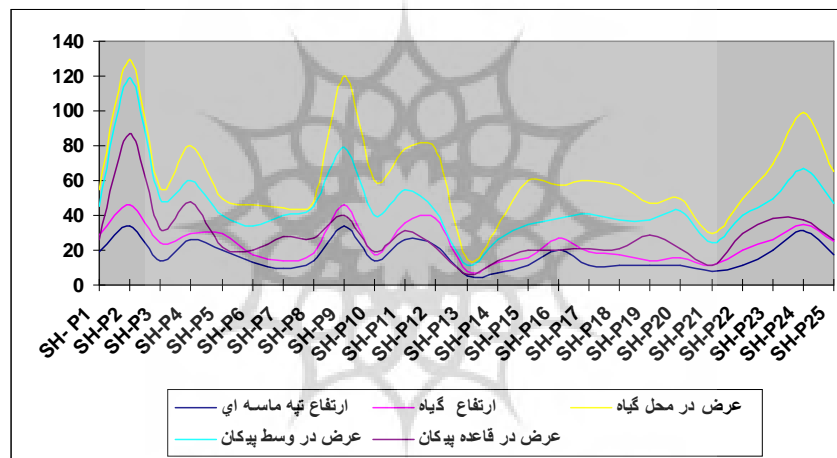
جدول 4. همبستگی بین 6 پارامتر مورفومتری پیکان ماسه‌ای

عوامل	همبستگی پیرسون	طول پیکان	ارتفاع تپه	ارتفاع گیاه	عرض در محل گیاه	عرض در وسط	عرض در قاعده
طول پیکان	همبستگی پیرسون	1	0/839**	0/835**	ز	0/873**	0/834**
	معناداری		0/000	0/000	0/000	0/000	0/000
ارتفاع تپه	همبستگی پیرسون	0/839**	1	0/962**	0/923**	0/850**	0/773**
	معناداری	0/000		0/000	0/000	0/000	0/000
ارتفاع گیاه	همبستگی پیرسون	0/835**	0/962**	1	0/899**	0/824**	0/700**
	معناداری	0/000	0/000		0/000	0/000	0/000
عرض در محل گیاه	همبستگی پیرسون	0/823**	0/923**	0/899**	1	0/930**	0/817**
	معناداری	0/000	0/000	0/000		0/000	0/000
عرض در وسط	همبستگی پیرسون	0/873**	0/850**	0/824**	0/930**	1	0/946**
	معناداری	0/000	0/000	0/000	0/000		0/000
عرض در قاعده	همبستگی پیرسون	0/834**	0/737**	0/700**	0/817**	0/946**	1
	معناداری	0/000	0/000	0/000	0/000	0/000	

\*\* (رابطه در سطح 99 درصد معنادار است)

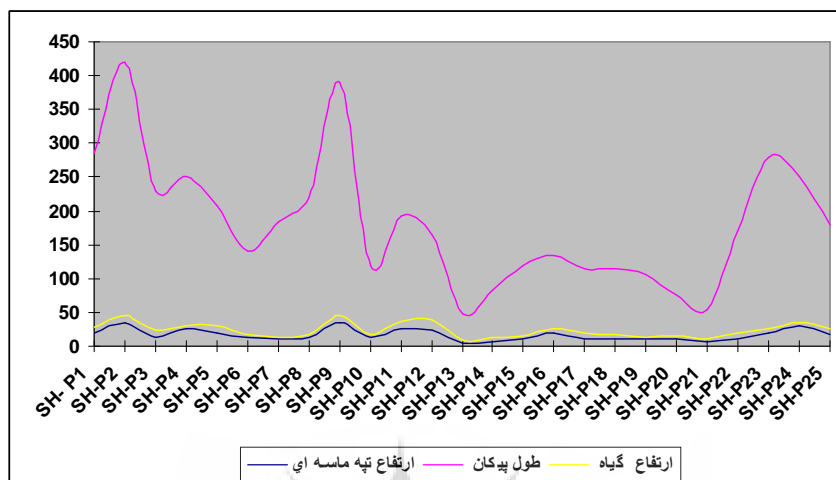
با توجه به جدول 4 می‌توان نتیجه گرفت که در بین 6 پارامتر انتخاب شده (طول تپه، ارتفاع تپه، ارتفاع گیاه، عرض در محل گیاه، وسط و قاعده پیکان)، همبستگی تنگاتنگی در سطح 99 درصد معناداری وجود دارد. بدین صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، ارتفاع تپه ماسه‌ای نیز بیشتر می‌شود و با افزایش ارتفاع تپه ماسه‌ای، طول بیشتر شده و

همچنین عرض پیکان در قسمت‌های مختلف پیکان نیز بیشتر می‌شود. هر چند ممکن است از دید یک ژئومورفولوژیست این موارد بدیهی و روشن باشد، اما در این پژوهش با استفاده از مشاهدات تجربی و میدانی و همچنین استدلال‌ها و ابزارهای علمی و عملی، همه این مباحث به اثبات می‌رسد. در شکل 7 به مقایسه 5 پارامتر پرداخته شده است و طول پیکان از نمودار حذف گردیده (به دلیل اندازه بزرگ‌تر آن نسبت به دیگر متغیرها باعث فشردگی دیگر بخش‌های نمودار می‌شد) تا ارتباطات پارامترها تحت تاثیر یکدیگر به روشنی بیان شود.



شکل 7. مقایسه تغییرات هماهنگ در ارتفاع پارامترهای مورفومتری

با توجه به این‌که سه پارامتر ارتفاع گیاه، طول پیکان و ارتفاع تپه ماسه‌ای تاثیرات بسیار زیادی بر روی یکدیگر دارند، در شکل 8 به مقایسه این سه پارامتر با یکدیگر پرداخته شده است که نتایج نشان دهنده وابستگی شدید ارتفاع و طول تپه پیکان، به اندازه گیاه می‌باشد، به طوری‌که هر تغییری در اندازه گیاه، دو پارامتر دیگر را تحت تاثیر قرار می‌دهد.



شکل 8. مقایسه تغییرات در ارتفاع پارامترهای منتخب تحت تاثیر یکدیگر.

#### تحلیل آماری اجزای مورفومتری پیکان‌ها

در بین 25 پیکان ماسه‌ای مورد مطالعه، میانگین ارتفاع گیاه 23/68 و تپه ماسه‌ای 16/82 است، علاوه بر این ارتفاع گیاه دارای کشیدگی، واریانس و انحراف معیار بیشتری نسبت به ارتفاع تپه می‌باشد، اما میزان چولگی ارتفاع تپه بیشتر است. میانگین طول پیکان‌های ماسه‌ای 181/4 بوده و دارای انحراف معیار 94/98، واریانس 9021/25، چولگی 0/91 و کشیدگی 0/73 می‌باشد.

در بین عرض‌های مختلف پیکان ماسه‌ای در محل گیاه، وسط و قاعده پیکان، به طور طبیعی بیشترین عرض مربوط به محل گیاه و سپس وسط و در آخر، قاعده پیکان می‌باشد و به همین ترتیب واریانس و انحراف معیار نیز از این روند تبعیت می‌کنند. اما در بخش چولگی و کشیدگی کمترین میزان مربوط به عرض پیکان در محل گیاه بوده و بیشترین میزان به قاعده آن اختصاص می‌یابد که این مورد قابل تامل است (جدول 5).

جدول 5. تحلیل آماری اجزای مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای.

عرض در قاعده	عرض در وسط	عرض در محل گیاه	ارتفاع گیاه	ارتفاع تپه	طول پیکان	
27/84	45/84	61/56	23/68	16/82	181/4	میانگین
26	41	57	20	14	170	میانه
20	40	50	17	11	115	مد
15/41	20/36	25/7	0/20	8/27	94/98	انحراف معیار
237/723	414/89	660/757	110/206	68/518	9021/25	واریانس
442.2	42036	1/107	0/707	0/787	0/917	چولگی
8/732	19876	1/787	- 0/266	- 0/263	0/734	کشیدگی
81	108	115	38	29	373	دامنه تغییرات
696	1146	1539	592	420/5	4535	مجموع

## گرانولومتری رسوبات پیکان‌های ماسه‌ای

در نمونه‌برداری از رسوبات مربوط به پیکان ماسه‌ای از سه قسمت راس، وسط و قاعده پیکان نمونه‌برداری به عمل آمده است و نتیجه گرانولومتری این رسوبات که در آزمایشگاه انجام شده، در جدول 6 ارائه گردیده است.

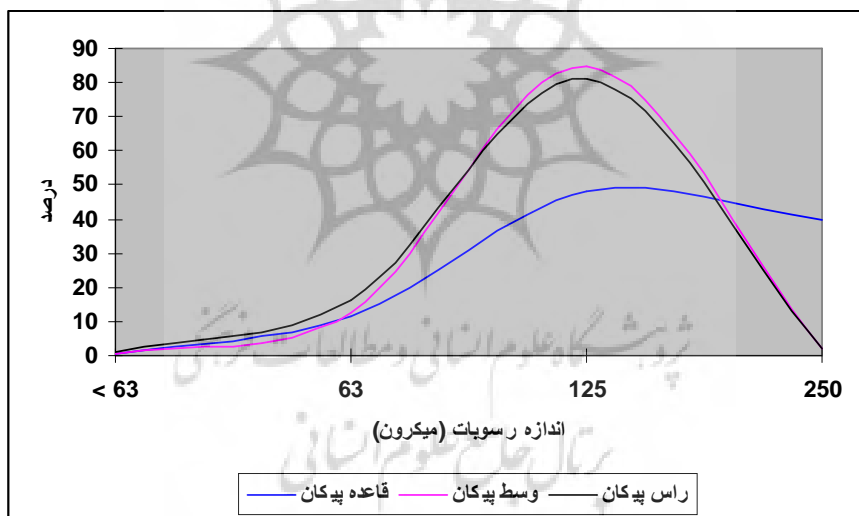
جدول 6. نتایج گرانولومتری نمونه‌های مختلف پیکان ماسه‌ای

جمع	کمتر از 63 میکرون	63 میکرون	125 میکرون	250 میکرون	500 میکرون	1000 میکرون	2000 میکرون	شماره الک
								کد نمونه
100	0/66	11/66	47/99	39/69	-	-	-	قاعده پیکان
100	0/65	12/55	84/55	2/25	-	-	-	وسط پیکان
100	0/89	16/03	81/06	2/02	-	-	-	راس پیکان



## تحلیل فراوانی رسوبات

با توجه به جدول 5، در گرانولومتری رسوبات، مشاهده می‌شود که در هر سه نمونه گرفته شده از قاعده، وسط و راس پیکان، رسوبات درشت دانه با اندازه‌های بیشتر از 250 میکرون وجود ندارد. در قسمت 250 میکرون ملاحظه می‌گردد که در قاعده پیکان نسبت به وسط و راس آن، رسوبات درشت دانه بیشتری وجود دارد که به دلیل به دام افتادن رسوبات دانه ریزتر در قسمت‌های راس و وسط می‌باشد اما رسوبات درشت دانه تر به قسمت انتهایی پیکان حرکت داده می‌شوند و این مورد در برخی دیگر از تپه‌های ماسه‌ای نیز دیده می‌شود مانند برخان که بازوها به نسبت دارای رسوبات درشت دانه‌تری هستند. شکل 9، فراوانی رسوبات در هر یک از اندازه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل 9. فراوانی رسوبات در هر یک از اندازه‌ها.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی پیکان‌های ماسه‌ای گونه گیاهی خارشتر در غرب دشت لوت پرداخته شده است، پیکان‌های ماسه‌ای عوارضی هستند که در محیط‌های بیابانی استپی توسط ذرات جهشی به وجود می‌آید. روش کار در پژوهش بدین صورت می‌باشد که ابتدا محدوده مورد مطالعه مشخص و سپس پارامترهای مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد به بررسی ارتباط و همبستگی بین طول پیکان ماسه‌ای با ارتفاع تپه و تاج گیاه پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که این سه پارامتر ارتباط بسیار تنگاتنگی با یکدیگر دارند، به طوری که رابطه در سطح 99 درصد معنادار است. بدین صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، طول پیکان بیشتر شده و همچنین ارتفاع تپه ماسه‌ای افزایش پیدا می‌کند. در بین 6 پارامتر انتخاب شده (طول تپه، ارتفاع تپه، ارتفاع گیاه، عرض در محل گیاه، وسط و قاعده پیکان) همبستگی تنگاتنگی در سطح 99 درصد معناداری وجود دارد. بدین صورت که با افزایش ارتفاع گیاه، ارتفاع تپه ماسه‌ای نیز بیشتر می‌شود و با افزایش ارتفاع تپه ماسه‌ای، طول بیشتر شده و همچنین عرض پیکان در قسمت‌های مختلف پیکان نیز بیشتر می‌شود. در بین عرض‌های مختلف پیکان ماسه‌ای در محل گیاه، وسط و قاعده پیکان، به طور طبیعی بیشترین عرض مربوط به محل گیاه و سپس وسط و در آخر، قاعده پیکان می‌باشد و به همین ترتیب واریانس و انحراف معیار نیز از این روند تبعیت می‌کنند. اما در بخش چولگی و کشیدگی کمترین میزان مربوط به عرض پیکان در محل گیاه بوده و بیشترین میزان به قاعده آن اختصاص می‌یابد. لازم به ذکر است که اندازه گیاه، کلیه پارامترهای مورفومتری پیکان‌های ماسه‌ای را کنترل می‌کند و با تغییر در آن، دیگر پارامترها نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در گرانولومتری رسوبات قسمت‌های مختلف پیکان‌های ماسه‌ای مشخص شد که در قاعده پیکان رسوبات دانه درشت‌تری نسبت به دیگر قسمت‌ها وجود دارد. همچنین بیشترین فراوانی رسوبات در هر سه

قسمت مربوط به رسوبات با اندازه 63 تا 125 میکرون می‌باشد، در نتیجه ذرات جهشی که باعث به وجود آمدن پیکان‌های ماسه‌ای شده‌اند بیشتر ریز دانه بوده‌اند.

### منابع

محمودی، فرج اله، (1385)، ژئومورفولوژی دینامیک. انتشارات پیام نور، 326.  
 ثابتی، حبیب الله، (1382)، جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، 805.

- Bagnold, R. A. (1941). *The Physics of Blown Sand and Desert Dune*. London: Methuen & Co. Ltd. 172 - 218.
- Li, H., Ai, N. (1992). Turbulent theory for wind-accumulated landform formation. *Journal of Desert Research*, 12(3), 1-9 (in Chinese).
- Ling, Y. (1990). Flow field characteristics and their relationship to the intensity of drifting sand activity in the Taklimakan Desert. In: *DIEERDE*, Berlin, 6, 113-121.
- Liu, Z. (1960). Movement of dune under the action of wind. *Acta Meteorologica Sinica*, 31 (1), 84 - 91. (in Chinese).
- Mckee, E. D. (1979). *A Study of Global Sand Sea*. Washington: U. S. Govement Printing Office, 8 - 19.
- Zhu, Zh., Wu, Zh., Liu, Sh. (1980). *Desert in China*. Beijing: Science press, 36-55 (in Chinese).
- Pye, K., Tsoar, H. (1990). *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Unwin Hyman, London.
- Besler, H. (1992). *Geomorphology der ariden Gebiete*. Wiss.Buchges, Darmstadt.
- Lancaster, N. (1995). *Geomorphology of desert dunes*. Routledge, London.
- Nickling, W.G., 1986. *Aeolian Geomorphology*. Allen and Un-win, London.
- Brookfield, T. S., Ahlbrandt, M. E. (1983). *Eolian Sediments and Processes*. Elsevier, Amsterdam.
- Kocurek, G. (1996). Desert aeolian systems. In: Reading, H.G. Ed., *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd edn. Blackwell, Oxford, pp. 125-153.
- Musick, H. B., and Gillette, S. M. (1996). 'Wind-tunnel modelling of the influence of vegetation structure on saltation threshold', *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 589-606.
- Tsoar, H., and Møller, J. T. (1986). 'The role of vegetation in the formation of linear sand dunes', in Nickling, W. G. (Ed.), *Aeolian Geomorphology*, Allen and Unwin, Boston, 75-95.

- Wiggs, G. F. S., Livingstone, I., Thomas, D. S. G., and Bullard, J. E. (1996). 'Airflow and roughness characteristics over partially vegetated linear dunes in the southwest Kalahari Desert', *Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 19-34.
- Wiggs, G. F. S., Thomas, D. S. G., Bullard, J. E., and Livingstone, I. (1995). 'Dune mobility and vegetation cover in the southwest Kalahari Desert', *Earth Surface Processes and Landforms*, 20, 515-530.
- Wolfe, S. A., and Nickling, W. G. (1993). 'The protective role of sparse vegetation in wind erosion', *Progress in Physical Geography*, 17, 50-68.
- Karavas, N., Kyriacos, G., Margarita, A., Dimitris, D. (2005). Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of *Caretta caretta* on Sekania beach. *Biological Conservation*, 121, 177-188.
- Haney, A., Marlin, B., Steven, A., Emily, L., Tom, P. (2008). Gradient analysis of an eastern sand savanna's woody vegetation, and its long-term responses to restored fire processes. *Forest Ecology and Management*, 256, 1560-1571.
- Corrigan, B. M., Van Wyk, B. E., Geldenhuys, C. J., Durand, J. F. (2008). Vegetation cover changes of the Sand Forest in the KwaNibela Peninsula, St Lucia from 1937-2002. *South African Journal of Botany*, 74, 364.
- Livingstone, I., Giles, F. S., Wiggs, C., Weaver, M. (2007). Geomorphology of desert sand dunes: A review of recent progress. *Earth-Science Reviews*, 80, 239-257.
- Dong, Zh., Jianjun, Q., Xunming, W., Guangqiang, Q., Wanyin, L., Zhenhai, W. (2008). Pseudo-feathery dunes in the Kumtagh Desert. *Geomorphology*, 100, 328-334.